

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Makoto JINNO

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: MANIPULATOR

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231



SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2000-298365	9/29/2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and  
(B) Application Serial No.(s)
  - ☐ are submitted herewith
  - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
C. Irvin McClelland  
Registration No. 21,124



22850

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 9月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-298365

出 願 人

Applicant(s):

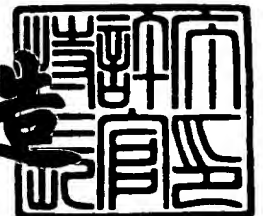
株式会社東芝



2001年 5月25日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3044910

【書類名】 特許願

【整理番号】 12721501

【提出日】 平成12年 9月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 17/28

【発明の名称】 マニピュレータ

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 株式会社東芝 研究  
開発センター内

【氏名】 神 野 誠

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100064285

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 一 雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100091982

【弁理士】

【氏名又は名称】 永 井 浩 之

【選任した代理人】

【識別番号】 100096895

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡 田 淳 平

【選任した代理人】

【識別番号】 100082751

【弁理士】

【氏名又は名称】 黒 瀬 雅 志

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004444

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マニピュレータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

姿勢操作部と処置操作部とを有する操作指令部と、

一端側が前記操作指令部に接続された連結部と、

前記連結部の他端側に接続され、処置部と前記処置部を 2 自由度以上に姿勢変更可能に支持する支持部とを有する作業部と、

前記姿勢操作部からの操作指令を前記支持部に送って前記処置部の姿勢を変更させるとともに、前記処置操作部からの操作指令を前記処置部に送って前記処置部を動作させる制御部と、を備えたマニピュレータにおいて、

前記支持部は、前記連結部の中心軸方向に対して直交する回転軸を有する第 1 の回転軸と、前記第 1 の回転軸に対して直交する回転軸を有する第 2 の回転軸とを有し、

前記処置部の中心軸方向は、前記第 2 の回転軸の軸方向と概ね平行であり、

前記姿勢操作部は、前記連結部の中心軸方向に対して直交する回転軸を有する第 3 の回転軸と、前記第 3 の回転軸に対して直交する回転軸を有する第 4 の回転軸とを有し、

前記処置操作部は、操作者が前記処置操作部を把持する際の前記操作者の把持する指の方向と前記第 4 の回転軸の軸方向とは概ね平行であるように形成されている

ことを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 2】

前記作業部は、前記第 2 の回転軸上に配置された 2 つの作業回転軸を有し、

前記 2 つの作業回転軸を同方向に回転させることにより、前記第 2 の回転軸の回転動作を行わせ、

前記 2 つの作業回転軸を逆方向に回転させることにより、前記処置部の開閉動作を行う

ことを特徴とする請求項 1 記載のマニピュレータ。

【請求項 3】

前記 2 つの作業回転軸のそれぞれに、  
前記 2 つの作業回転軸に対して平行および直交方向に回転自在に支持された作業  
リンクを配置し、

前記作業リンクは、互いに回転自在に結合されている  
ことを特徴とする請求項 2 記載のマニピュレータ。

【請求項 4】

前記第 3 の回転軸および前記第 4 の軸に直交する回転軸方向に加わる力を検出  
することが可能な前記操作指令部に設けられたセンサと、

前記連結部の軸方向に回転トルクを与えることが可能な前記連結部に設けられ  
たアクチュエータと、を備え、

前記センサの検出値により前記アクチュエータを制御する  
ことを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータ。

【請求項 5】

前記第 3 の回転軸の角度位置の正負と前記センサによる検出値の正負との関係  
により、前記アクチュエータのトルクの正負を制御する  
ことを特徴とする請求項 4 記載のマニピュレータ。

【請求項 6】

前記センサの検出値に比例するように、前記アクチュエータのトルクを制御す  
ることを特徴とする請求項 5 記載のマニピュレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マニピュレータに係り、とりわけ、機構が単純化されると共に操作  
性に優れる医療用マニピュレータに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、胆のう摘出手術などの腹腔鏡下手術においては、図 25 に示すように、  
患者 150 の腹部に小さな穴 151、152、153 をいくつかあけ、それらに

トラカール 1 5 4 を取り付け、トラカール 1 5 4 を介して、それらの孔に内視鏡 1 6 1、鉗子 1 7 1、1 7 2 などを挿入し、術者（通常、外科医）1 6 0 が内視鏡 1 6 1 の映像をモニタ 1 6 2 で見ながら手術を行っている。

【0 0 0 3】

このような手術方法は、開腹を必要としないため患者への負担が少なく、術後の開腹や退院までの日数が大幅に低減される。このため、このような手術方法は、適用分野の拡大が期待されている。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

前述の腹腔鏡下手術は、患者 1 5 0 への負担が少ないという点で優れた手術方法である。しかし、術者 1 6 0 が実際に術部を見られないという点が、場合によっては問題となり得る。

【0 0 0 5】

また、鉗子 1 7 1、1 7 2 には、開閉するグリッパしか設けられておらず、グリッパの姿勢を自在に変えることは困難であり、操作性に乏しい。

【0 0 0 6】

以上の要因により、前述の手術方法で適切な処置を行えるのは、熟練した術者に限られている。また、手術方法に熟練するまでには、非常に長期間を要する。

【0 0 0 7】

このような課題に対して、マスタスレーブマニピュレータなどの遠隔操作型ロボット技術を医療分野へ応用する研究が行われている。

【0 0 0 8】

遠隔操作型ロボット技術は、術者が操作するマスタアームと実際に術部に操作を施すスレーブアームとが完全に分離したロボットシステムであり、マスタアームの指令値が電気信号としてスレーブアームに伝わるものである。したがって、通常、マスタアームとスレーブアームとは 6 自由度以上の関節数を有しており、それぞれの自由度に対応してコントローラが設けられており、電氣的に多数の制御系、部品、配線を有する複雑なシステムとなっている。

【0 0 0 9】

複雑であるがゆえに、マスタスレーブマニピュレータシステムの操作に関する信頼性は、未だ十分に高いと言えるレベルにはない。また、システム自体が大掛かりであるため、購入費用やメンテナンス費用も高価である。さらに、マスタスレーブマニピュレータシステムでは、術者は患者から離れたところでマスタアームを操作するので、緊急時に直ちに患者に直接処置を施すことができない、という問題がある。

## 【0010】

このような問題点を解決するために、本発明者らは、図26に示すような、姿勢操作部23と処置操作部24とを有する操作指令部20と、一端側が前記操作指令部20に接続された連結部30と、連結部30の他端側に接続され、処置部14と処置部14を2自由度以上に姿勢変更可能に支持する支持部15、16とを有する作業部10と、姿勢操作部23からの操作指令を支持部15、16に送って処置部14の姿勢を変更させるとともに、処置操作部24からの操作指令を処置部14に送って処置部14を動作させる制御部（図示せず）と、を備えた医療用マニピュレータ1を提案している（特願平11-165961号）。この提案による作業部10および操作指令部23は、ヨー軸とピッチ軸からなる支持部15、16とグリッパからなる処置部14が示されている。

## 【0011】

図27に示すように、通常、縫合作業を行う場合、処置部14で湾曲針180（糸：181）を把持し、縫合部182に湾曲針180を刺し、円弧状に湾曲針180を誘導する。しかし、図26に示す従来の医療用マニピュレータでは、その動作と自由度の配置とが一致していないため、術者が操作しようとする方向に操作指令部20がスムーズに動作せず、操作性が悪いという問題がある。

## 【0012】

また、作業部10や操作指令部20の姿勢によっては、自由度が縮退する特異姿勢となり、特定の方向への操作性が極めて悪くなるという問題もある。さらに、処置部14の把持力が十分に得られないという問題もある。

## 【0013】

本発明は、このような点を考慮してなされたものであり、機構を単純化して信



頼性を向上させると共に、操作性に優れているマニピュレータを提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明のは、マニピュレータは、姿勢操作部と処置操作部とを有する操作指令部と、一端側が前記操作指令部に接続された連結部と、前記連結部の他端側に接続され、処置部と前記処置部を2自由度以上に姿勢変更可能に支持する支持部とを有する作業部と、前記姿勢操作部からの操作指令を前記支持部に送って前記処置部の姿勢を変更させるとともに、前記処置操作部からの操作指令を前記処置部に送って前記処置部を動作させる制御部と、を備えたマニピュレータにおいて、前記支持部は、前記連結部の中心軸方向に対して直交する回転軸を有する第1の回転軸と、前記第1の回転軸に対して直交する回転軸を有する第2の回転軸とを有し、前記処置部の中心軸方向は、前記第2の回転軸の軸方向と概ね平行であり、前記姿勢操作部は、前記連結部の中心軸方向に対して直交する回転軸を有する第3の回転軸と、前記第3の回転軸に対して直交する回転軸を有する第4の回転軸とを有し、前記処置操作部は、操作者が前記処置操作部を把持する際の前記操作者の把持する指の方向と前記第4の回転軸の軸方向とは概ね平行であるように形成されていることを特徴とする。

【0015】

また、前記作業部は、前記第2の回転軸上に配置された2つの作業回転軸を有し、前記2つの作業回転軸を同方向に回転させることにより、前記第2の回転軸の回転動作を行わせ、前記2つの作業回転軸を逆方向に回転させることにより、前記処置部の開閉動作を行うことを特徴とする。

【0016】

また、前記2つの作業回転軸のそれぞれに、前記2つの作業回転軸に対して平行および直交方向に回転自在に支持された作業リンクを配置し、前記作業リンクは、互いに回転自在に結合されていることを特徴とする。

【0017】

また、前記第3の回転軸および前記第4の軸に直交する回転軸方向に加わる力

を検出することが可能な前記操作指令部に設けられたセンサと、前記連結部の軸方向に回転トルクを与えることが可能な前記連結部に設けられたアクチュエータと、を備え、前記センサの検出値により前記アクチュエータを制御することを特徴とする。

【0018】

また、前記第3の回転軸の角度位置の正負と前記センサによる検出値の正負との関係により、前記アクチュエータのトルクの正負を制御することを特徴とする。

【0019】

また、前記センサの検出値に比例するように、前記アクチュエータのトルクを制御することを特徴とする。

【0020】

本発明によれば、支持部によって処置部の支持姿勢が2自由度以上に変更可能であるとともに、操作指令部と作業部とが連結部によって機械的に接続されているため、操作信頼性に優れているという先願（特願平11-165961号）の特徴を損なうことなく、術者により実際に行われる処置時の動作、たとえば湾曲針による縫合作業時の動作方向と、マニピュレータの自由度の配置を一致させているため、術者が操作しようとする方向に操作指令部をスムーズに動作させることが可能であり、操作性に特に優れており、また、特異姿勢およびその近傍では、術者が操作したい方向に操作力がアシストされるため、特定の方向への操作性が極めて悪くなるということはなく、さらに、処置部の把持力を十分に得ることが可能であるという利点を有する。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明の第1の実施の形態によるマニピュレータを示す構成概略図である。図2、図3は、本発明の第1の実施の形態による医療用マニピュレータの自由度構成をスケルトン図で示した図およびその動作を説明する図である。

【0022】

図 1、図 2 に示すように、本発明の第 1 の実施の形態の医療用マニピュレータ 1 は、作業部 1 0 と、操作指令部 2 0 と、両端が作業部 1 0 と操作指令部 2 0 とに接続された連結部 3 0 とを備えている。

#### 【 0 0 2 3 】

作業部 1 0 は支持部と術部に処置を施す処置部とを有し、支持部は連結部 3 0 の中心軸方向 3 1 に対して直交する回転軸を有する第 1 の回転軸 1 1 と第 1 の回転軸 1 1 に対して直交する回転軸を有する第 2 の回転軸 1 2 からなり、処置部の把持動作 1 3 を行うグリップ 1 4 の中心軸方向は第 2 の回転軸 1 2 の軸方向と概ね平行に配置されている。言い換えれば、作業部 1 0 は、グリップ 1 4 を 2 自由度で姿勢変更可能に支持する支持部としてのピッチ軸関節支持部 1 5 およびロール軸関節支持部 1 6 とを有している。

#### 【 0 0 2 4 】

操作指令部 2 0 は、連結部 3 0 の中心軸方向 3 1 に対して直交する回転軸を有する第 3 の回転軸 2 1 と第 3 の回転軸 2 1 に対して直交する回転軸を有する第 4 の回転軸 2 2 からなる姿勢操作部 2 3 と、処置操作部 2 4 とを有している。処置操作部 2 4 は、操作者が処置操作部 2 4 を把持する際の操作者の把持する指の方向 2 0 1 a、2 0 2 a（図 2 8 参照）と第 4 の回転軸 2 2 の軸方向 2 2 a とは概ね平行であるように形成されている。術部に処置を施す処置部 1 4 の把持動作 1 3 は、処置操作部 2 4 の把持動作 2 5 により行う。詳細は図 7 ～図 1 0 及び図 2 8 に後述する。

#### 【 0 0 2 5 】

図 1 および図 2 では、連結部 3 0 の中心軸方向 3 1 と、第 1 の回転軸 1 1 と、第 2 の回転軸 1 2 とは 1 点で交差する位置関係にある。また、連結部 3 0 の中心軸方向 3 1 と、第 3 の回転軸 2 1 と、第 4 の回転軸 2 2 についても 1 点で交差する位置関係となっている。必ずしも 1 点で交差する必要はないが、処置部 1 4 のオフセットが大きいと、姿勢操作の際、処置部 1 4 が大きく振れまわったり、操作部のオフセットが大きい場合には位置操作に対して姿勢操作するような回転力を姿勢操作部 2 3 に与えることになる。

#### 【 0 0 2 6 】

操作部 2 0 には、第 3 の回転軸 2 1 と第 4 の回転軸 2 2 の回転角を検出する角度検出センサ（エンコーダ、ポテンショメータなど）が配置されている。また、処置操作部 2 4 には、操作者による処置部の把持指令動作を検出するセンサ（角度検出センサ、スイッチなど）が配置されている。これらのセンサにより姿勢操作部 2 0 からの操作指令 4 1 が制御装置 4 0 へ送られる。制御装置 4 0 では、入力された操作指令 4 1 に対して、所定の制御演算を行い、第 1 の回転軸 1 1 と第 2 の回転軸 1 2 および把持動作 1 3 の駆動制御を行う。

## 【 0 0 2 7 】

処置部 1 4 の位置については、作業部 1 0 と操作部 2 0 が連結部 3 0 で結合されているため、直接的に操作することが可能である。一方、処置部 1 4 の姿勢については、連結部 3 0 をロール軸とし、ピッチ軸（第 1 の回転軸 1 1）とロール軸（第 2 の回転軸 1 2）の 3 自由度により、処置部 1 4 は任意の姿勢をとることができる。同様に処置操作部 2 4 の姿勢については、連結部 3 0 をロール軸とし、ピッチ軸（第 3 の回転軸 2 1）とロール軸（第 4 の回転軸 2 2）の 3 自由度により、処置操作部 2 4 は任意の姿勢をとることができる。なお、連結部 3 0 を共通のロール軸とすることで、医療用マニピュレータ 1 を低コスト化することが可能である。さらに、通常のマニピュレータでは、特異姿勢時には、演算上の問題や、特定の軸が非常に高速で動くという問題があるが、作業部 1 0 と操作部 2 0 とが同構造となっているために、そのような問題はない。

## 【 0 0 2 8 】

本実施の形態では、第 1 の回転軸 1 1 の回転動作と第 2 の回転軸 1 2 の回転動作および把持動作 1 3 を駆動するための駆動部 1 0 m（例えばモータ・減速機など）は、連結部 3 0 の操作指令部側に配置されている。図中の 1 0 m は、駆動部の集合部分を示している。前述の制御装置 4 0 の駆動制御により、駆動部 1 0 内の対応する駆動部 1 1 m、1 2 m、1 3 m が駆動され、その動力によって、図示しないワイヤ、プーリ、歯車などの動力伝達要素を介して、作業部 1 0 の第 1 の回転軸 1 1 の回転動作と第 2 の回転軸 1 2 の回転動作および把持動作 1 3 の駆動制御が行われる。

## 【 0 0 2 9 】

なお、本実施の形態では、作業部 1 0 の支持部の自由度構成（第 1 の回転軸 1 1 と第 2 の回転軸 1 2）と、姿勢操作部 2 3 の自由度構成（第 3 の回転軸 2 1 と第 4 の回転軸 2 2）は同構造のため、第 3 の回転軸 2 1 と第 1 の回転軸 1 1、第 4 の回転軸 2 2 と第 2 の回転軸 1 2 の回転角度は等しくなるように制御されている。たとえば、図 3 に示すように、操作者が第 3 の回転軸 2 1 を駆動するような姿勢操作を行った場合、作業部の第 1 の回転軸 1 1 は、等しくなるように制御される。

#### 【 0 0 3 0 】

本実施の形態の作業部 1 0 および操作指令部 2 0 では、術者により実際に行われる処置時の動作、たとえば湾曲針による縫合作業時の動作方向（図 2 7）と、医療用マニピュレータの自由度の配置が一致しているため、操作者が操作しようとする方向に操作指令部をスムーズに動作させることが可能である。すなわち、湾曲針を把持した状態で、湾曲針を縫合部に刺した後、操作者は湾曲針を円弧状に回転誘導させるが、その回転動作と第 4 の回転軸 2 2 の回転軸方向は概ね一致しており、第 3 の回転軸 2 1 や連結部を大幅に回転させる必要はないため、操作性が非常に良くなる。従来の実施例により同様の作業を行うためには、処置部の 2 自由度の動作と連結部の回転動作を組み合わせることで実現することになり、湾曲針を操作者の意図する円弧状に誘導させるのは極めて困難である。

#### 【 0 0 3 1 】

なお、医療用マニピュレータ 1 が非常に軽量の場合には、支持機構を特に設ける必要はないが、医療用マニピュレータ 1 の重量を術者が長時間支えるのが困難な場合や、医療用マニピュレータ 1 の保持ブレーキ機能や自重補償機構が必要な場合は、支持機構 1 0 0 により支持する構成としても良い（図 1 中 2 点鎖線で図示）。医療用マニピュレータ 1 は、仮想回転中心 1 1 0（不動点）に対して、2 軸方向の回転運動および 1 軸方向（挿入方向）の直動運動（すなわち、極座標）が可能な状態で支持されている。たとえば、支持機構 1 0 0 は、基部に対して上下左右動する位置調整機構 1 0 1 と、下端部に設けられた鉛直軸回りに回転する水平回転部 1 0 2 と、水平回転部 1 0 2 の外周に一端が接続された円弧アーム 1 0 3 とを有している。水平回転部 1 0 2 の回転軸は、連結部 3 0 上の適宜の点 1

10の略鉛直上方に位置している。円弧アーム103の他端には支持連結部104により連結部30が支持されている。支持連結部104は円弧アーム103に回転運動可能に支持され円弧アーム103の円弧に沿って回転運動可能であり、連結部30は支持連結部104へ挿入され中心軸方向31に直動可能である。

## 【0032】

図4～図6は、本発明の第1の実施の形態による医療用マニピュレータの作業部10、特に、処置部すなわちグリッパ14の構成例を示した図である。図4は、蝶番状に開閉する場合、図5は、平行に開閉する場合、図6は、グリッパ14が第2の回転軸12に対してオフセットしている場合である。なお、グリッパ14は、図4～図6に示された形態だけでなく、基本的にその中心軸の方向が、第2の回転軸12の軸方向と概ね平行に配置されていればよい。

## 【0033】

図7～図10及び図28は、本発明の第1の実施の形態による医療用マニピュレータの操作指令部20、特に、処置操作部24の構成例を示した図である。

## 【0034】

図7では、処置部14の把持動作13のための指令を、指操作部26の把持動作25により与える。指操作部26は、操作者の親指と、人差し指乃至中指が挿入される2つの指挿入部26a、26bを有している。2つの指挿入部26a、26bは、指操作指示部27に対して少なくとも一方が、蝶番状に可動に構成され、両者の間隔が任意に変更可能になっている。指挿入部26a、26bの間隔に対応して、グリッパ14の間隔が制御される構成になっている。指挿入部26a、26bの間隔を角度として検出して、グリッパ14の開閉角度を制御しても良いし、ON/OFF的に検出して、グリッパ14をON/OFF的に開閉する制御を行っても良い。

## 【0035】

図8は、指操作指示部27にハンドル部27bを設けた場合である。操作者は、中指乃至小指でハンドル部27bを握ることで、安定に処置操作部を操作することができる。また、指操作部26を付加しても良いし、付加しない場合は、開方向に作用するバネ力（図示せず）などを付加しても良い。また、把持状態を維

持するようなロック機構を設けても良い。

### 【 0 0 3 6 】

図 9 では、操作者は、ハンドル 2 9 を握った状態で、処置部 1 4 の把持動作 1 3 のための指令を、スイッチ 2 8 により与える。グリッパ 1 4 を ON / OFF 的に開閉するだけで良い場合は、このような構成にすることで処置操作部 2 4 を単純化できる。図 1 0 は、互いに平行に指挿入部 2 6 a、2 6 b が開閉する構成である。

### 【 0 0 3 7 】

また、図 2 8 は、図 1 における示す処置操作部 2 4 を具体的に手 2 0 0 で操作する場合を示す図である。操作者の親指 2 0 1 は指挿入部 2 6 a に挿入され、人差指 2 0 2 及び中指 2 0 3 が指挿入部 2 6 b に挿入される。親指 2 0 1 は指挿入部 2 6 a に挿入され、人差 2 0 2 及び中指 2 0 3 が指挿入部 2 6 b に挿入される。図 2 8 に示されるように、処置操作部 2 4 は、操作者が処置操作部 2 4 を把持する際の操作者の把持する指の方向、例えば親指 2 0 1 の方向 2 0 1 a や人差指 2 0 2 の方向 2 0 2 a は第 4 の回転軸 2 2 の軸方向 2 2 a とは概ね平行であるように形成されている。これらのことは、図 7 ～図 1 0 に示す処置操作部 2 4 に対しても、操作者が手 2 0 0 で処置操作部 2 4 を把持する際に操作者の把持する指の方向と第 4 の回転軸 2 2 の軸方向 2 2 a とは概ね平行であるような関係にある。

### 【 0 0 3 8 】

図 1 1 ～図 1 6 は、本発明の第 1 の実施の形態による医療用マニピュレータの作業部 1 0 の構成例を示した図である。いずれもグリッパ 1 4 の開状態（図 1 1、図 1 3、図 1 5）と閉状態（図 1 2、図 1 4、図 1 6）を示している。

### 【 0 0 3 9 】

まず、図 1 1 及び図 1 2 について説明する。連結部 3 0 に対して回転自在に支持、すなわち第 1 の回転軸 1 1 に対して回転自在に支持された回転部材 5 0 は、プーリ 1 1 p と結合されており、駆動部 1 1 m（図 1 参照）の駆動力がワイヤ 1 1 w により伝達されることで、プーリ 1 1 p が回転させられ、第 1 の回転軸 1 1 が駆動される。プーリ 1 2 p、1 3 p は、回転部材 5 0 に対して回転自在に支持

されており、かつ、それぞれ傘歯車またはフェイスギヤ 5 1 a、5 2 a に固定されている。したがって、駆動部 1 2 m、1 3 m（図 1 参照）の駆動力がワイヤ 1 2 w、1 3 w により伝達されることで、傘歯車またはフェイスギヤ 5 1 b、5 2 b を回転させることができる。傘歯車またはフェイスギヤ 5 1 b、5 2 b は、回転部材 5 0 の第 1 の回転軸 1 1 と直交する方向、すなわち、第 2 の回転軸 1 2 に対して回転自在に支持されている。すなわち、回転軸 1 2 上に 2 つの回転軸 1 2 a、1 2 b が配置されている。グリッパ 1 4 a、1 4 b は、その中心軸方向が、第 2 の回転軸 1 2 の軸方向と概ね平行、すなわち、グリッパ 1 4 のロール軸方向が、第 2 の回転軸 1 2 の軸方向と概ね平行になるように、連結部材 5 3、5 4 を介して、傘歯車またはフェイスギヤ 5 1 b、5 2 b に固定されている。したがって、駆動部 1 2 m、1 3 m を駆動することで、グリッパ 1 4 a、1 4 b をそれぞれ独立に駆動することが可能である。回転軸 1 2 a、1 2 b を同方向に回転させるように制御することにより、第 2 の回転軸 1 2 の回転動作を、すなわち、グリッパ 1 4 のロール動作を、回転軸 1 2 a、1 2 b を逆方向に回転させるように制御することにより、グリッパ 1 4 の開閉動作を行うことが可能である。駆動部 1 2 m、1 3 m の駆動量は、途中の動力伝達方法によって、容易に決めることができる。

#### 【 0 0 4 0 】

図 1 3 及び図 1 4 では、グリッパ（作業リンク）1 4 a、1 4 b の下端は、回転軸 1 2 a、1 2 b に対して平行方向（回転軸 5 5 a、5 5 b）および直交方向（回転軸 5 6 a、5 6 b）に回転自在となるように連結部材 5 3、5 4 に対して支持されており、かつ、グリッパ 1 4 a、1 4 b は、互いに回転軸 5 7 に対して回転自在に結合されている。したがって、駆動部 1 2 m、1 3 m を駆動することで、グリッパ 1 4 a、1 4 b を駆動することが可能である。同様に回転軸 1 2 a、1 2 b を同方向に回転させるように制御することにより、第 2 の回転軸 1 2 の回転動作を、すなわち、グリッパ 1 4 のロール動作を、回転軸 1 2 a、1 2 b を逆方向に回転させるように制御することにより、グリッパ 1 4 の開閉動作を行うことが可能である。グリッパ 1 4 a、1 4 b の、回転軸 5 7 に対する先端側の長さの比率を大きくすることで、グリッパの開閉量を大きくすることができる。



## 【 0 0 4 1 】

図 1 5 及び図 1 6 では、図 1 3 及び図 1 4 に対して、開閉の関係を逆にしている。連結部材 5 3、5 4 が近づいた時にグリッパ 1 4 が開き、離れた時にグリッパ 1 4 が閉じる構成となっている。この構成の場合、トグル機構による増力駆動となっているため、連結部材 5 3、5 4 が 1 8 0 度の位相関係に近い時には、把持する力を非常に大きくすることができる。これは、グリッパを開こうとする方向と、駆動する方向（グリッパ 1 4 a、1 4 b の下端の回転する方向）とが直交方向に近くなるため、グリッパを開こうとする力を、駆動する方向で受けるのではなく、構造的に受ける構成になっているためである。このような構成は、縫合作業に使う細い針を強く把持する場合に適している。

## 【 0 0 4 2 】

図 1 1 ～図 1 6 では、回転軸 1 2 上に 2 つの回転軸 1 2 a、1 2 b を配置する構成として、ワイヤ、プーリと傘歯車またはフェイスギヤを用いていたが、図 1 7、図 1 8 に他の方法を示す。

## 【 0 0 4 3 】

図 1 7 は、ワイヤ、プーリのみで実現する方法である。ワイヤ 1 1 w により、第 1 の回転軸 1 1 を駆動し、ワイヤ 1 2 w、1 3 w により、回転軸 1 2 a、1 2 b を実現する。プーリ 5 8、5 9 によってワイヤの向きを変えている。ワイヤのプーリの巻きつけ数は、駆動する角度によって決めれば良い。図 1 8 は、トルクチューブにより実現する方法である。トルクチューブ 1 1 t により、第 1 の回転軸 1 1 を駆動し、トルクチューブ 1 2 t、トルクチューブ 1 3 t により、回転軸 1 2 a、1 2 b を実現する。

## 【 0 0 4 4 】

なお、図 1 1 ～図 1 8 で示した構成において、構造部材や軸、連結部材などの形状、支持の方法は、図に示した形態だけではなく、機能を損なわなければどのような構成としても良い。たとえば、軸側を固定して枠側を回転させても、枠側を固定して軸側を回転させても良い。

## 【 0 0 4 5 】

図 1 9 は、本発明の第 2 の実施の形態による医療用マニピュレータを示す構成

概略図である。図 20 は、本発明の第 2 の実施の形態による医療用マニピュレータの動作を説明する図である。

## 【0046】

本発明の第 1 の実施の形態による医療用マニピュレータでは、姿勢操作部 23 が特異姿勢付近（連結部 30 の中心軸方向 31 と第 4 の回転軸 22 方向が一致ないし平行の位置関係となった時）、すなわち、図 19 の状態では、第 3 の回転軸 21 および第 4 の回転軸 22 に直交する回転軸方向（図では処置操作部を把持した手に対して左右方向）に姿勢を変化させるのは困難である。本発明の第 2 の実施の形態は、この特異姿勢付近での操作性を向上させるものである。

## 【0047】

基本的な構成は、図 1 に示す本発明の第 1 の実施の形態による医療用マニピュレータと同様である。第 2 の実施では、操作指令部 20 に、第 3 の回転軸 21 および第 4 の回転軸 22 に直交する方向に加わる力を検出することが可能なセンサ 60 が取り付けられている。センサ 60 は、ひずみゲージによる検出が最も簡易的である。図 19 に示す位置（両面）にひずみゲージを貼り付けることにより、第 3 の回転軸 21 および第 4 の回転軸 22 に直交する方向に加わる力を曲げ応力として検出することが可能である。

## 【0048】

支持連結部 104 には、駆動部（アクチュエータ）61 が配置されており、ベルト 63、プーリ 62、64 を介し、連結部 30 に対して、連結部 30 の軸方向に回転トルクを与えることが可能な構成となっている。もちろん歯車のような動力伝達機構を使っても全く問題ない。そして、センサ 60 の検出値結果を制御装置 40 に取り込み、駆動部 61 を制御する。

## 【0049】

たとえば、図 20 のような姿勢の時（この時の第 3 の回転軸 21 を + とする）に、操作者が操作部を図中 120 の方向（この方向を + とする）に操作した場合、センサ 60 は、曲げ応力を検出する（この時の出力を + とする）。この時、駆動部 61 により、図中 121 の方向（この方向を + とする）に回転トルクを与えるように制御する。逆に、120 の方向と逆方向（- 方向）に操作した場合は、

センサ 6 0 は、一方向の曲げ応力を検出する。この時、駆動部 6 1 により、図中 1 2 1 の逆方向（一方向）に回転トルクを与えるように制御する。

#### 【 0 0 5 0 】

一方、図 2 1 のような姿勢（第 3 の回転軸 2 1 が－）の場合に、操作者が操作部を図中 1 2 2 の方向（＋方向）に操作した場合、センサ 6 0 は、＋方向の曲げ応力を検出する。この時、駆動部 6 1 により、図中 1 2 3 の方向（一方向）に回転トルクを与える。逆に、1 2 2 の方向と逆方向（一方向）に操作した場合は、センサ 6 0 は、一方向の曲げ応力を検出する。この時、駆動部 6 1 により、図中 1 2 3 の逆方向（＋方向）に回転トルクを与える。

#### 【 0 0 5 1 】

したがって、図 2 2 に示すように、曲げ応力の方向とその時の姿勢操作部 2 3 の第 3 の回転軸の位置（＋または－）によって、駆動部 6 1 によって回転させる方向を決めることができる。第 3 の回転軸 2 1 の位置がゼロ（特異姿勢）の場合には、どちらに回転させても良い。あらかじめ決めておいた方向に回転させれば良いし、連続的に回転させるために、最も最近の連結部の回転方向に回転させてよい。

#### 【 0 0 5 2 】

特異姿勢に近ければ近いほど曲げ応力は大きくなる、また、回転速度も上げる必要もあるため、曲げ応力に比例した回転トルクを発生するようにしても良い。曲げ応力と回転トルクとの関係は、適宜、操作性の良い範囲に設定すればよい。なお、特異姿勢から離れた位置では、曲げ応力は当然小さくなるため、回転トルクは自動的に小さくなるため安全である。場合によっては、第 3 の回転軸 2 1 の位置がゼロ付近（例えば±10度の範囲）のみ、回転トルクをあたえる制御を行っても良い。

#### 【 0 0 5 3 】

なお、第 3 の回転軸 2 1 の位置がゼロ付近（例えば±10の範囲）で、連結部 3 0 に回転トルクが与えられても、作業部 1 0 と操作指令部 2 0 の自由度構成が同構造なため、基本的に操作者の与える姿勢が、作業部 2 0 の目標姿勢になるので、作業部 2 0 が急激な動作をすることはなく安全である。

## 【 0 0 5 4 】

駆動部 6 1 を連結部 3 0 の中心軸方向 3 1 回りの自重補償用のアクチュエータとして用いても良い。医療用マニピュレータ 1 の各軸の姿勢により、自重による中心軸方向 3 1 回りのトルクを算出し、補償することは容易に行える。

## 【 0 0 5 5 】

図 2 3 は、連結部 3 0 の軸方向に回転トルクを与える方法の一例を示す図である。医療用マニピュレータ 1 は、支持連結部 1 0 4 で、連結部 3 0 の軸方向に回転および直動可能な状態で支持されている。図 2 3 では、連結部 3 0 は、直動軸受け 6 5 および回転軸受け 6 6 によって支持されている。連結部 3 0 の断面は、D 形状となっている。駆動部 6 1 は、ベルト 6 3、プーリ 6 2、6 4 により、直動軸受け部分 6 7 を回転させる構成となっている。このような構成にすることにより、支持連結部 1 0 4 を直動支持するとともに、回転支持し、さらに、連結部 3 0 に回転トルクを与えることが可能となる。

## 【 0 0 5 6 】

なお、上述の第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態では、第 1 の回転軸 1 1 または第 3 の回転軸 2 1 をピッチ軸として説明したが、第 1 の回転軸 1 1 または第 3 の回転軸 2 1 をピッチ軸と限定する必要はなく、図 2 9 に示すように、第 1 の回転軸 1 1 または第 3 の回転軸 2 1 をヨー軸として構成してもよく、同様の効果が得られる。

## 【 0 0 5 7 】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の構成によれば、支持部によって処置部の支持姿勢が 2 自由度以上に変更可能であるとともに、操作指令部と作業部とが連結部によって機械的に接続されているため、操作信頼性に優れているという特徴を損なうことなく、術者により実際に行われる処置時の動作、たとえば湾曲針による縫合作業時の動作方向とマニピュレータの自由度の配置とを一致させているため、術者が操作しようとする方向に操作指令部をスムーズに動作させることが可能であり、操作性に特に優れている。また、特異姿勢およびその近傍では、術者が操作したい方向に操作力がアシストされるため、特定の方向への操作性が極めて悪

くなるということはなく、さらに、処置部の把持力を十分に得ることが可能であるという利点を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態による医療用マニピュレータを示す概略斜視図。

【図 2】

図 1 のスケルトン図。

【図 3】

図 1 の動作を説明するスケルトン図。

【図 4】

図 1 の作業部の構成の例を示す概略斜視図。

【図 5】

図 1 の作業部の構成の例を示す概略斜視図。

【図 6】

図 1 の作業部の構成の例を示す概略斜視図。

【図 7】

図 1 の操作部の構成の例を示す概略斜視図。

【図 8】

図 1 の操作部の構成の例を示す概略斜視図。

【図 9】

図 1 の操作部の構成の例を示す概略斜視図。

【図 1 0】

図 1 の操作部の構成の例を示す概略斜視図。

【図 1 1】

図 1 の開状態にある作業部の詳細の例を示す正面図（a）および側面図（b）

【図 1 2】

図 1 の閉状態にある作業部の詳細の例を示す正面図（a）および側面図（b）

【図 1 3】

図 1 の開状態にある作業部の詳細の例を示す正面図 (a) および側面図 (b)

【図 1 4】

図 1 の閉状態にある作業部の詳細の例を示す正面図 (a) および側面図 (b)

【図 1 5】

図 1 の開状態にある作業部の詳細の例を示す正面図 (a) および側面図 (b)

【図 1 6】

図 1 の閉状態にある作業部の詳細の例を示す正面図 (a) および側面図 (b)

【図 1 7】

作業部の動力伝達方法の例を示す正面図 (a) および側面図 (b)。

【図 1 8】

作業部の動力伝達方法の例を示す側面図。

【図 1 9】

本発明の第 2 の実施の形態による医療用マニピュレータヲ示す概略斜視図。

【図 2 0】

本発明の第 2 の実施の形態による医療用マニピュレータの制御方法を説明する図。

【図 2 1】

本発明の第 2 の実施の形態による医療用マニピュレータの制御方法を説明する図。

【図 2 2】

本発明の第 2 の実施の形態による医療用マニピュレータの制御方法を説明する表。

【図 2 3】

図 1 9 の詳細の例を示す側面図。

【図 2 4】

図 2 3 の支持連結部の断面図。

【図 2 5】

従来の医療マニピュレータ（鉗子）を示す概略図。

【図 2 6】

従来（先願）の医療マニピュレータを示す概略図。

【図 2 7】

縫合作業の説明図。

【図 2 8】

操作者が処置操作部を把持する際の操作者の把持する指の方向と第 4 の回転軸の軸方向との関係を示す図。

【図 2 9】

第 1 の回転軸または第 3 の回転軸をピッチ軸とせずにヨー軸とする構成を示す図。

【符号の説明】

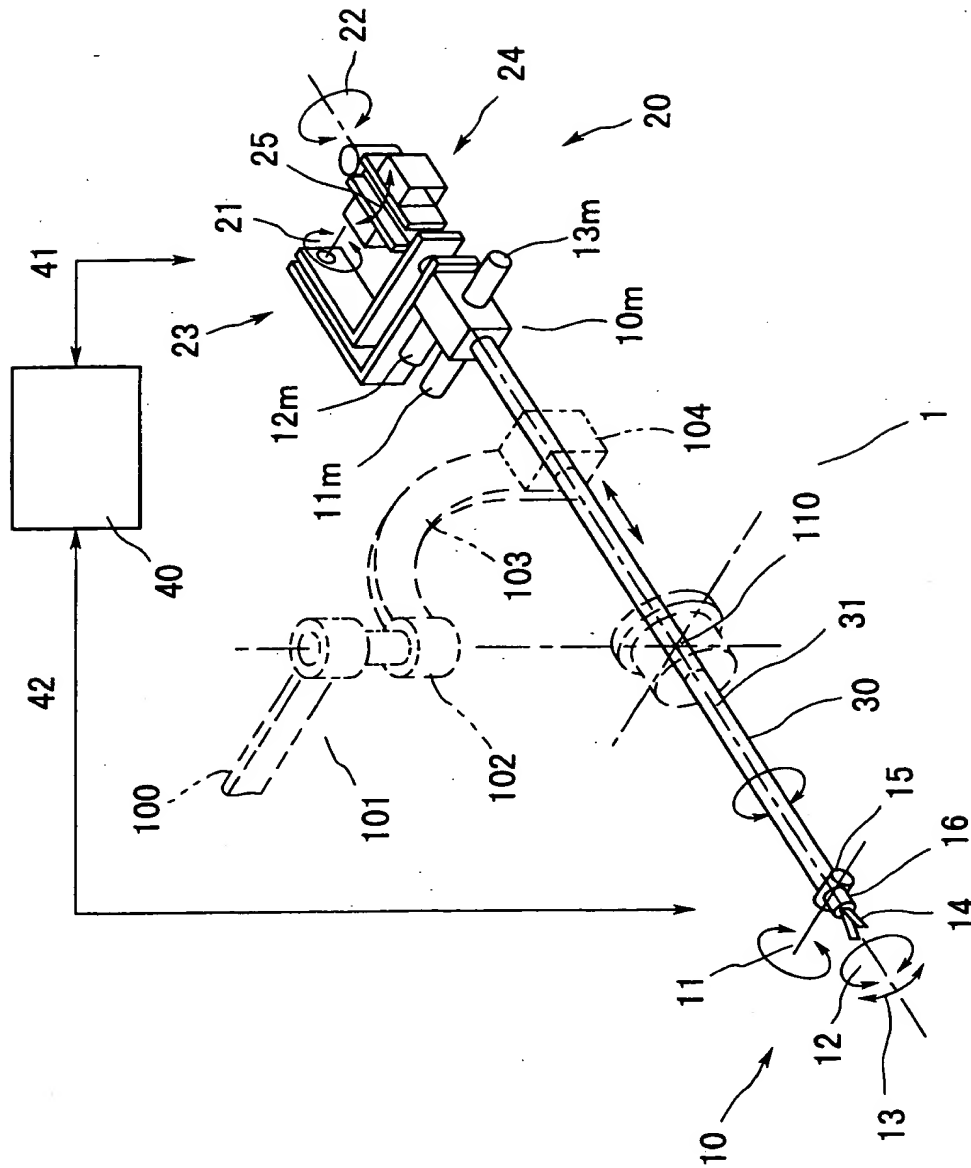
- 1 医療マニピュレータ
- 1 0 作業部
- 1 0 m、1 1 m、1 2 m、1 3 m、6 1 駆動部
- 1 1 w、1 1 w、1 2 w ワイヤ
- 1 1 p、1 1 p、1 2 p、6 2、6 4 プーリ
- 1 1 第 1 の回転軸
- 1 2 第 2 の回転軸
- 1 3、2 5 把持動作
- 1 4 グリッパ
- 1 5 ピッチ軸関節支持部
- 1 6 ロール軸関節支持部
- 2 0 操作指令部
- 2 1 第 3 の回転軸
- 2 2 第 4 の回転軸

- 2 3 姿勢操作部
- 2 4 処置操作部
- 2 6 指操作部
- 2 7 指操作支持部
- 3 0 連結部
- 3 1 連結部 3 0 の中心軸方向
- 4 0 制御装置
- 4 1 操作指令
- 6 0 センサ
- 6 3 ベルト
- 1 0 0 支持機構
- 1 0 1 位置調整機構
- 1 0 2 水平回動部
- 1 0 3 円弧アーム
- 1 0 4 支持連結部
- 1 1 0 仮想回転中心（不動点）
- 2 0 1 a、2 0 2 a 指の方向

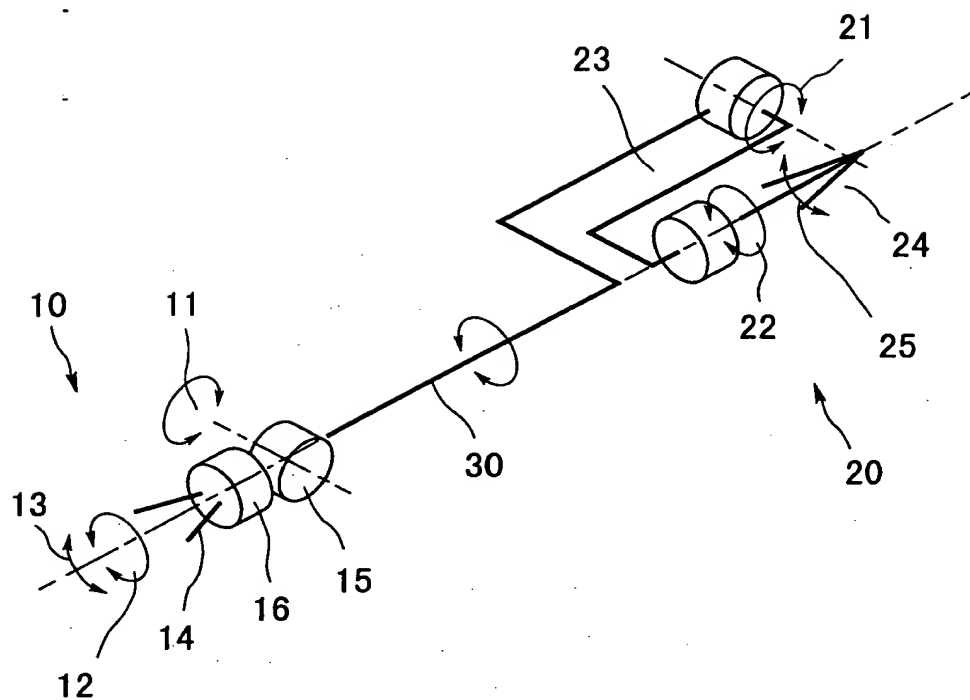


【書類名】 図面

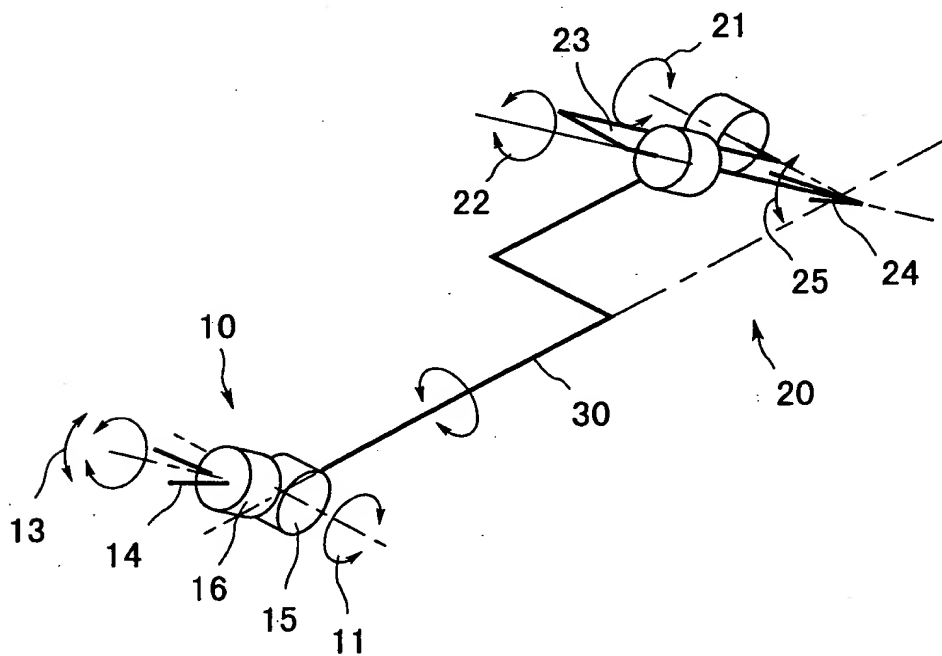
【図 1】



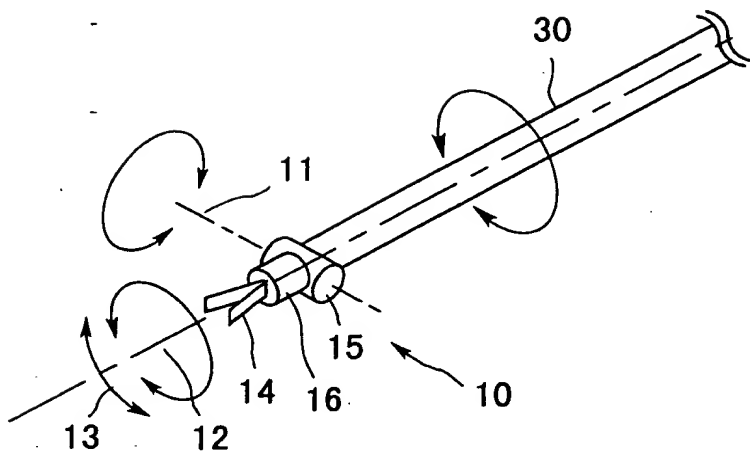
【図 2】



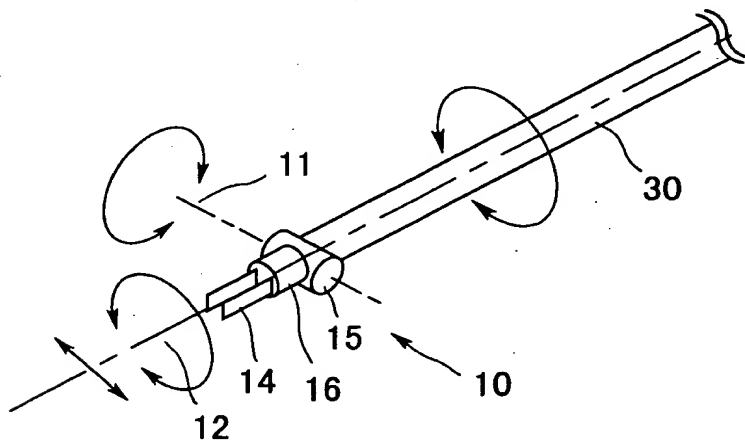
【図 3】



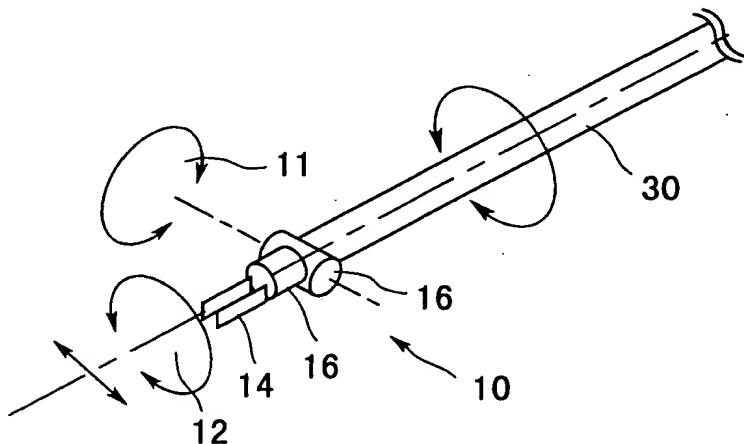
【図 4】



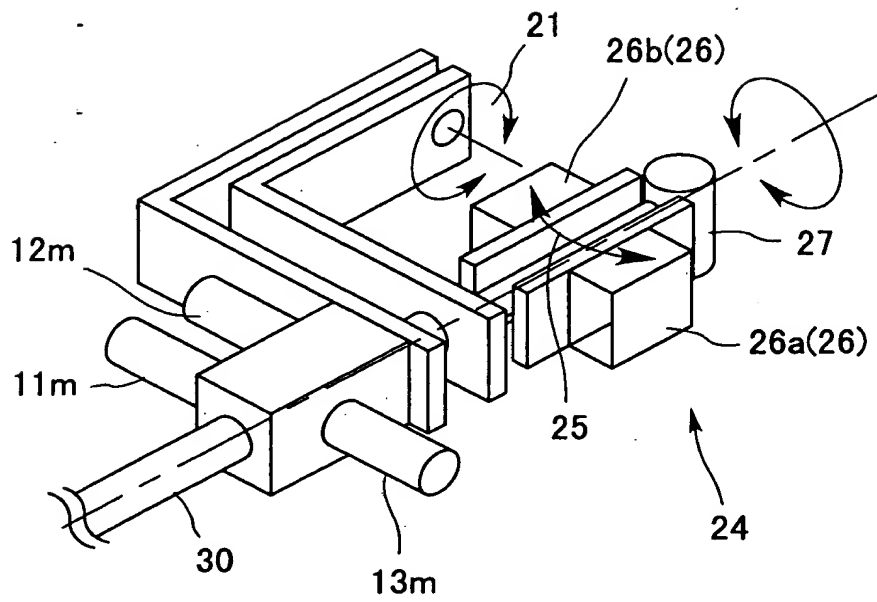
【図 5】



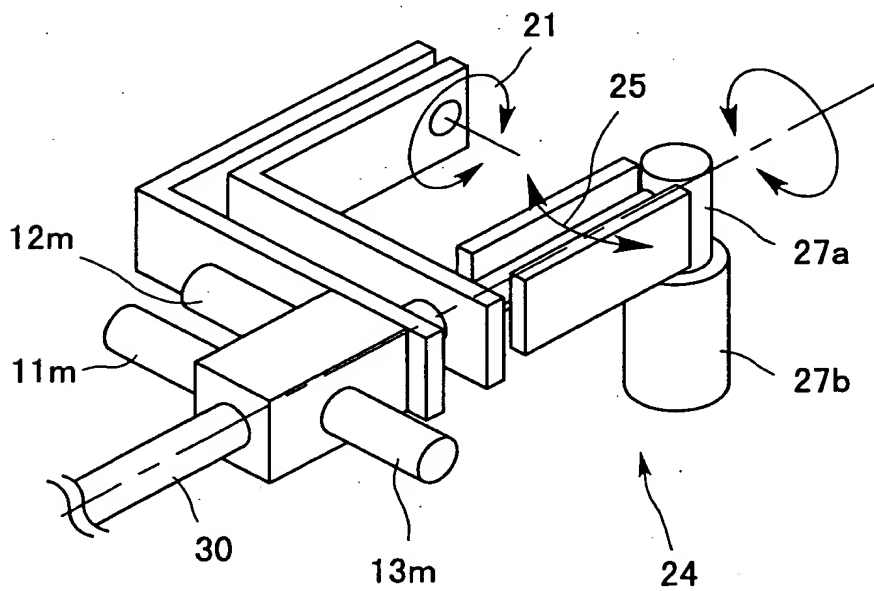
【図 6】



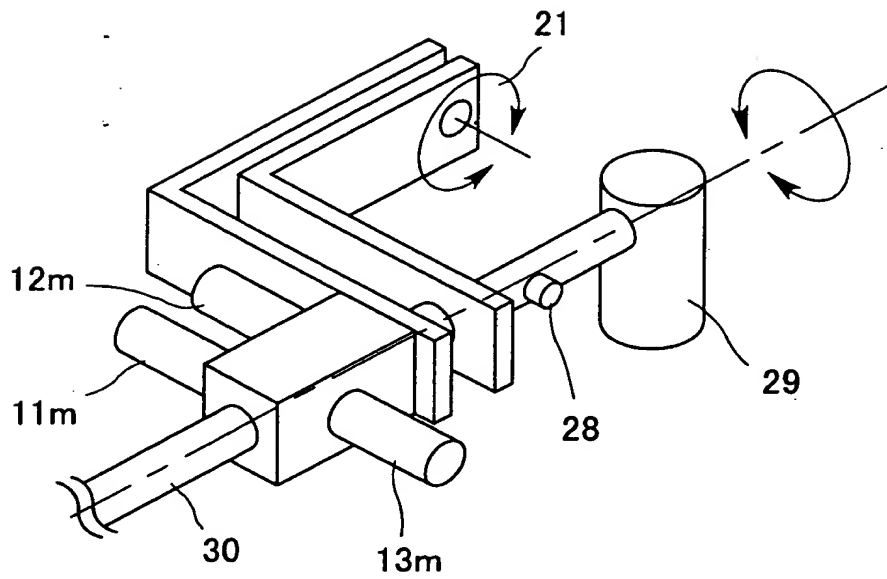
【図 7】



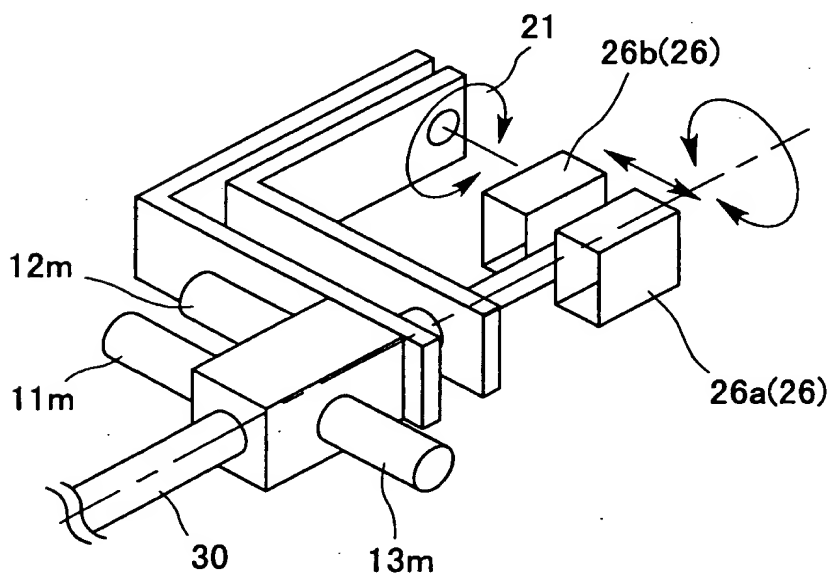
【図 8】



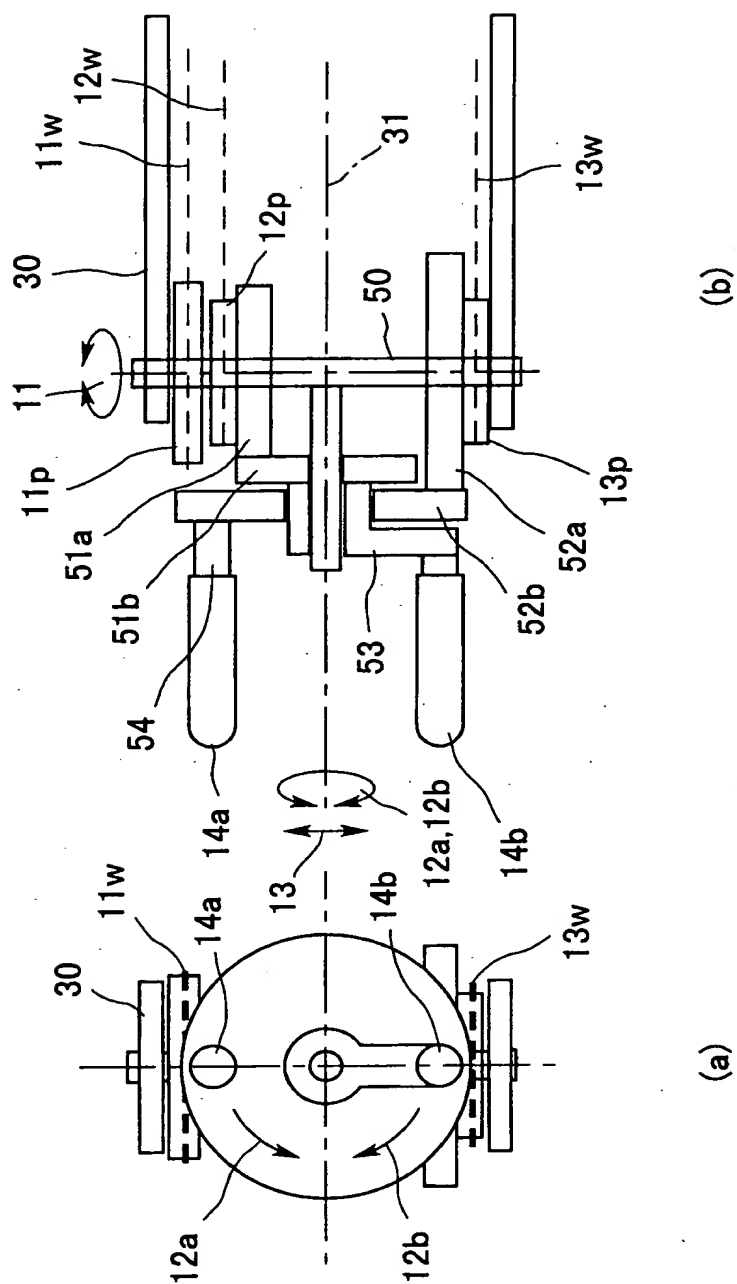
【図 9】



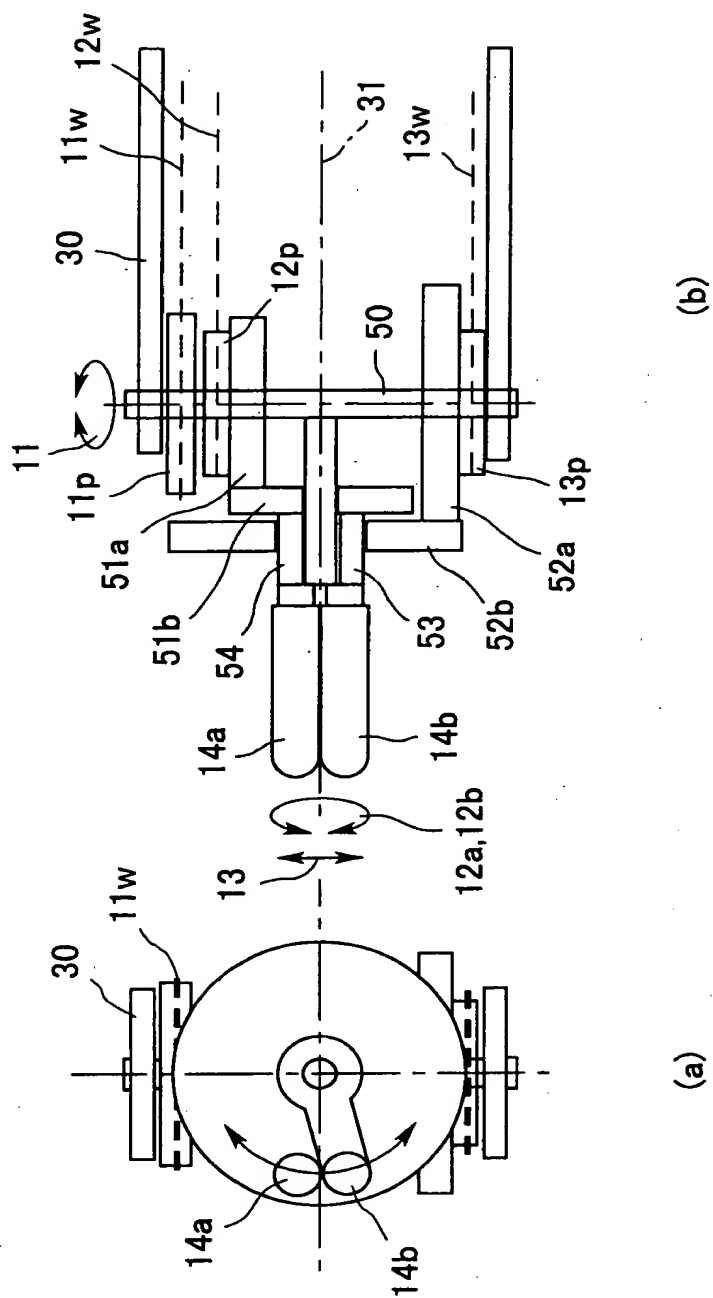
【図 1 0】



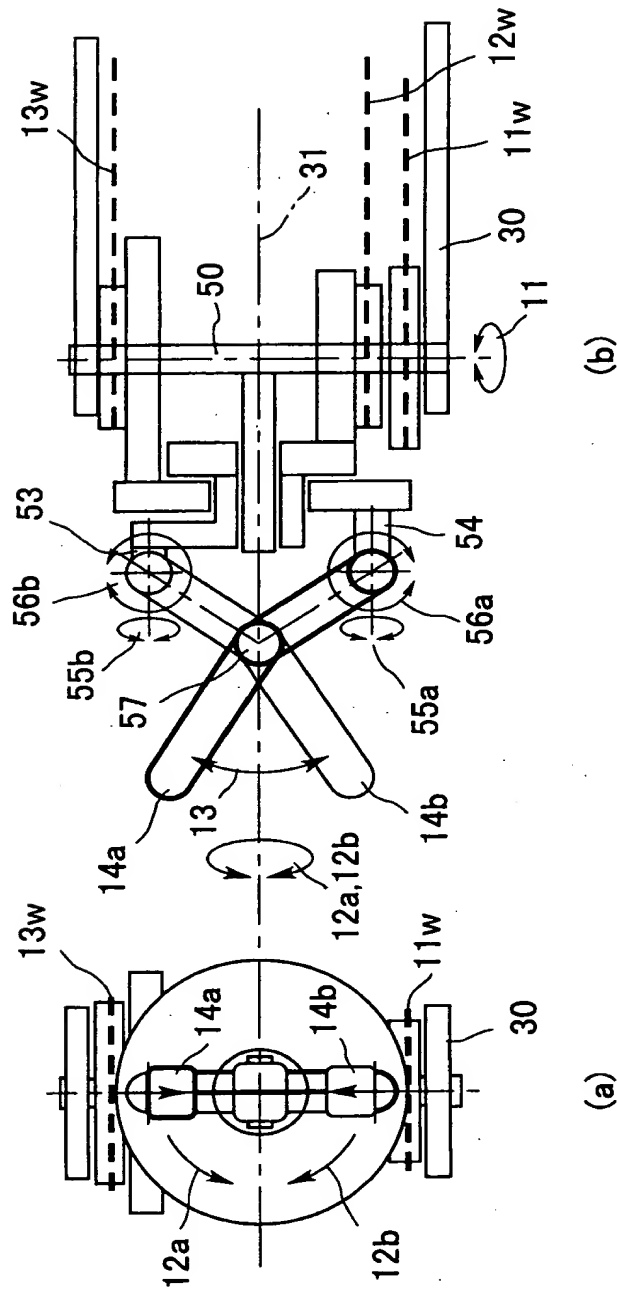
【図 11】



【図 12】

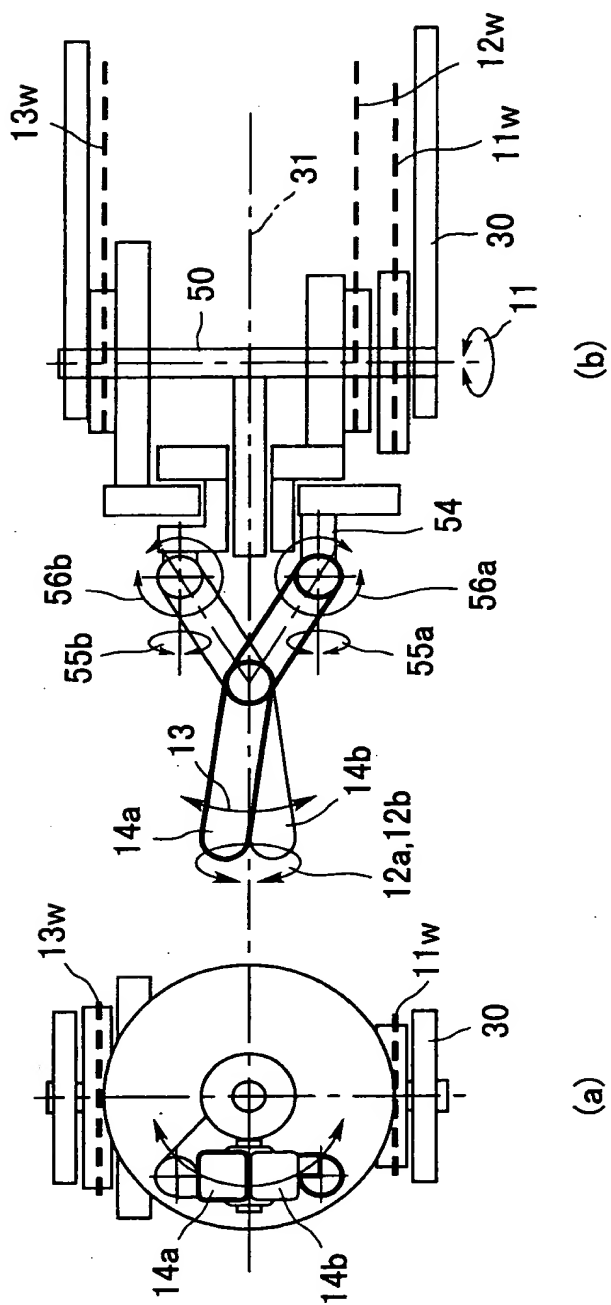


【図 13】

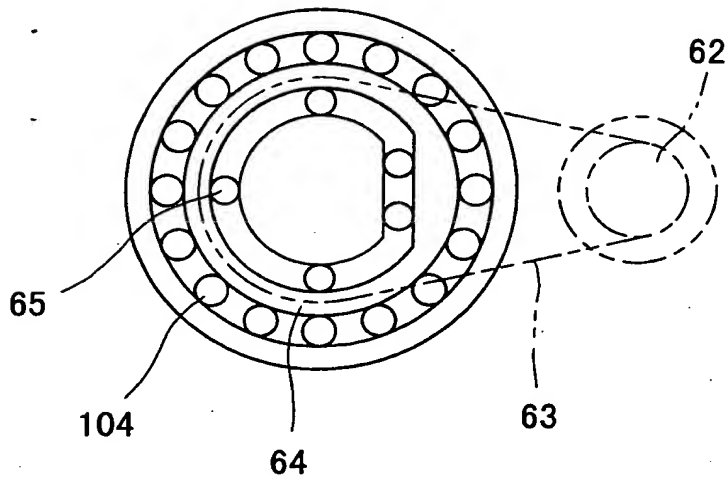




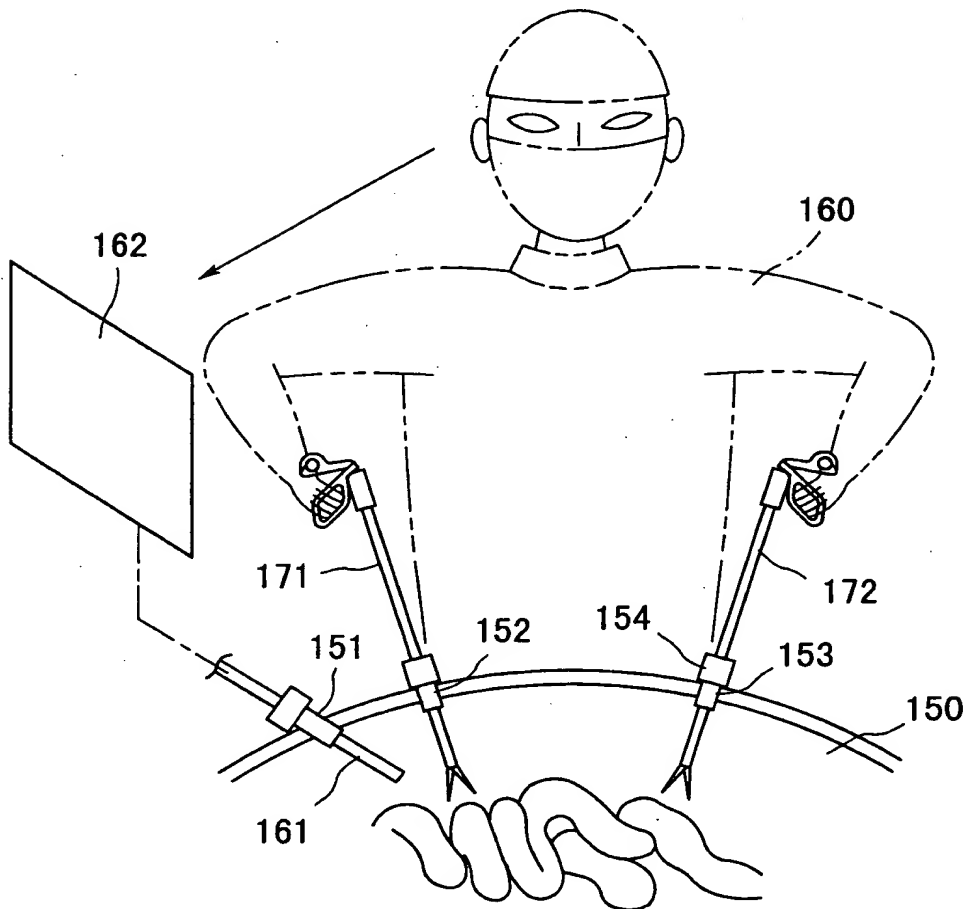
【図 14】



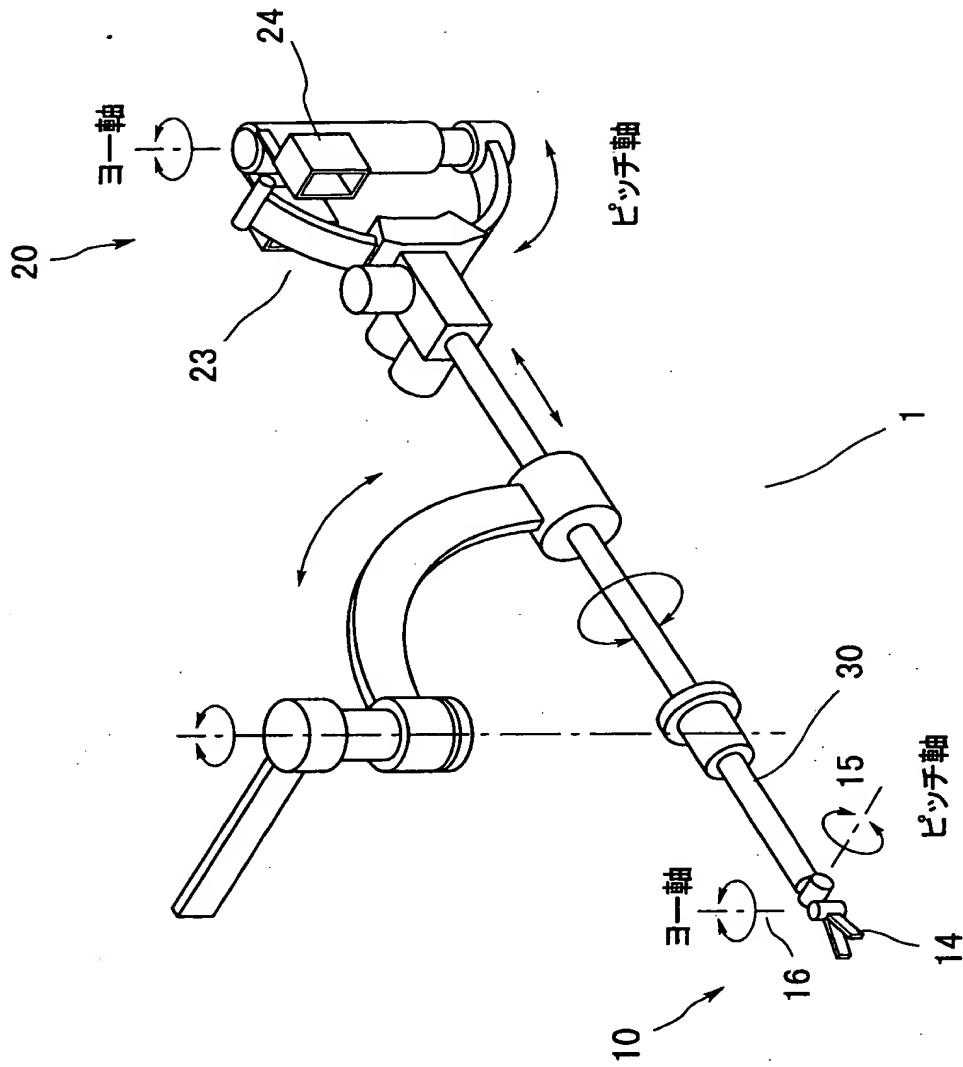
【図 2 4】



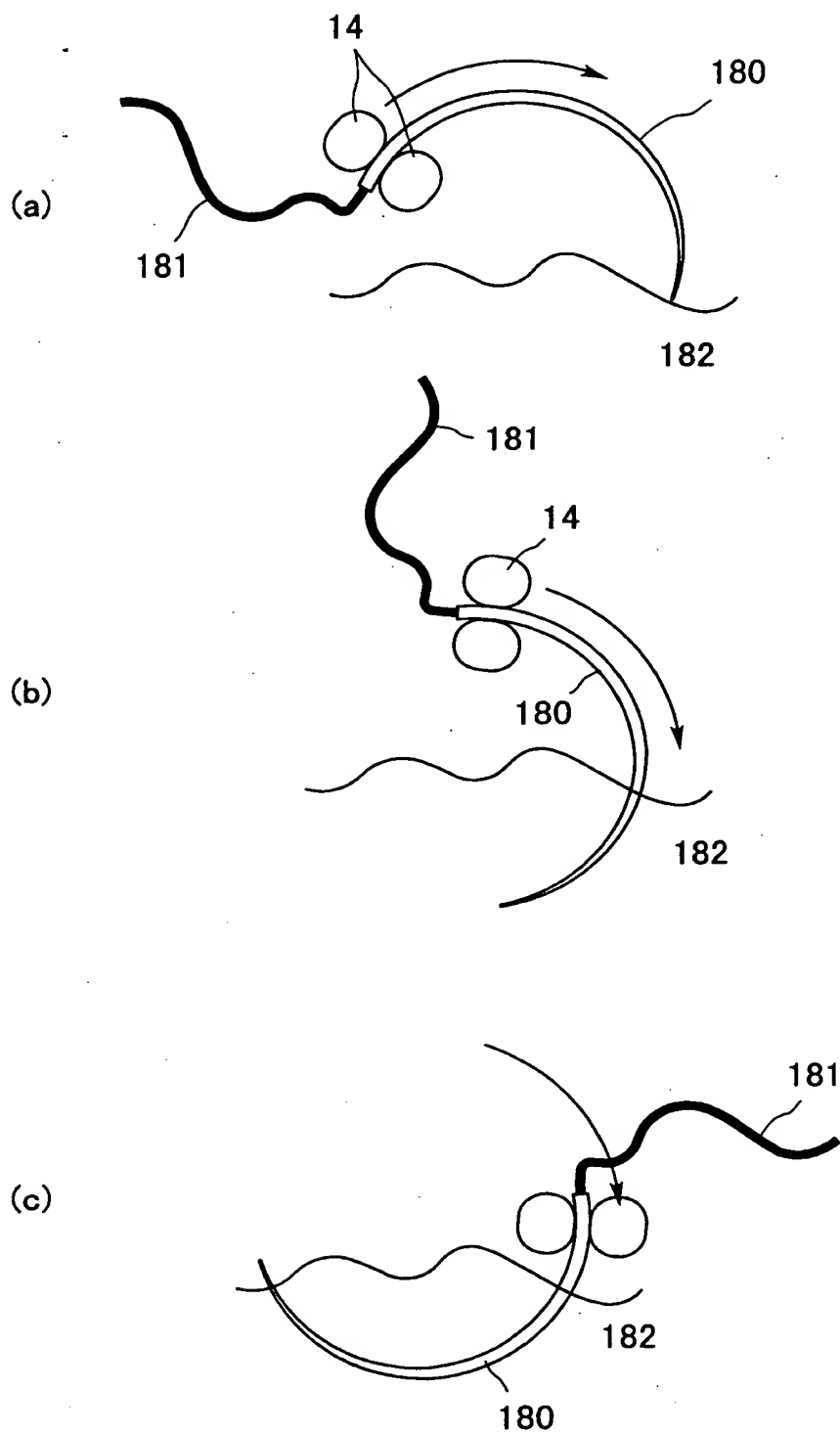
【図 2 5】



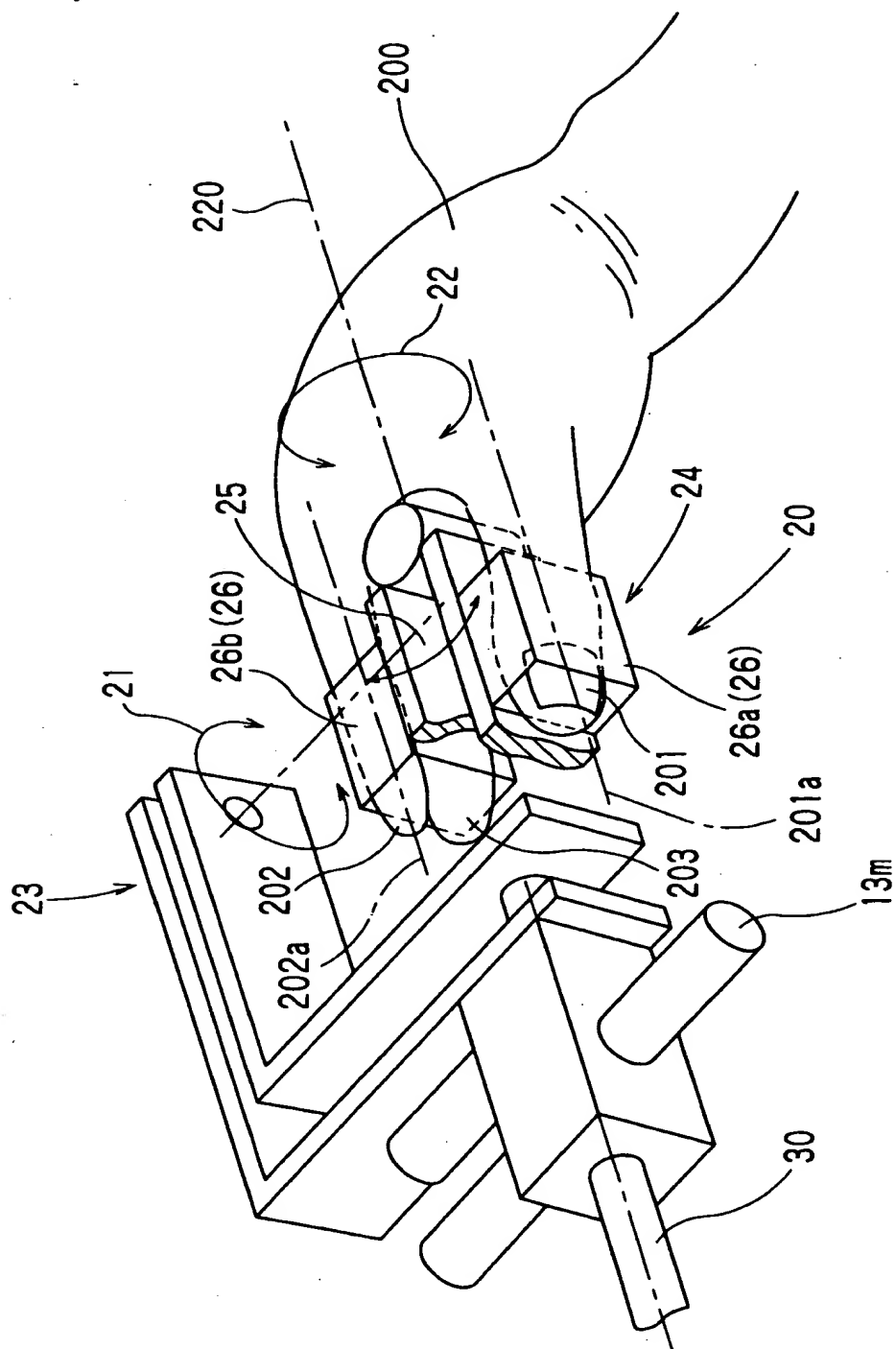
【図 26】



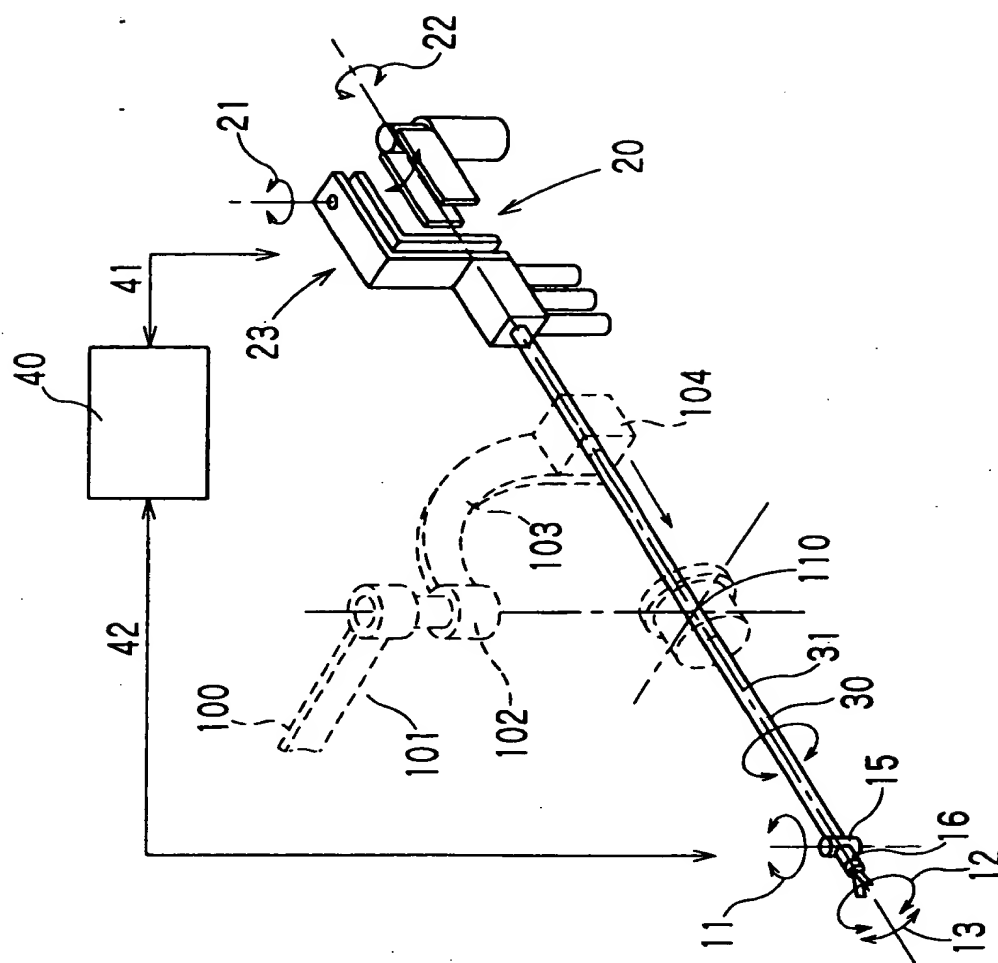
【図 27】



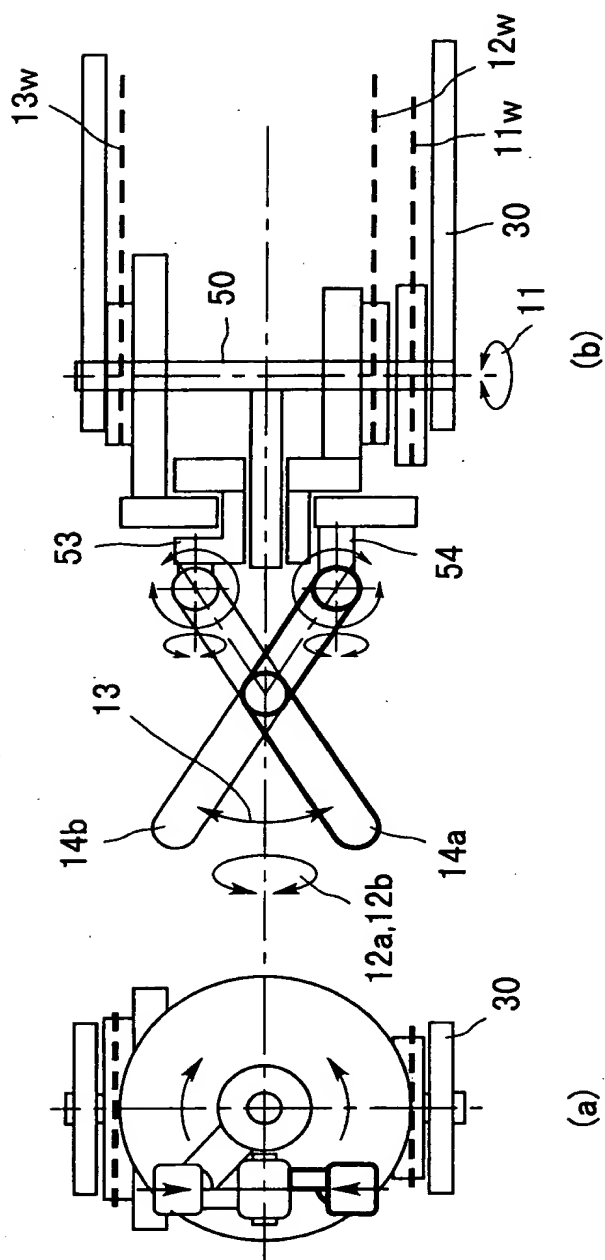
【図 28】



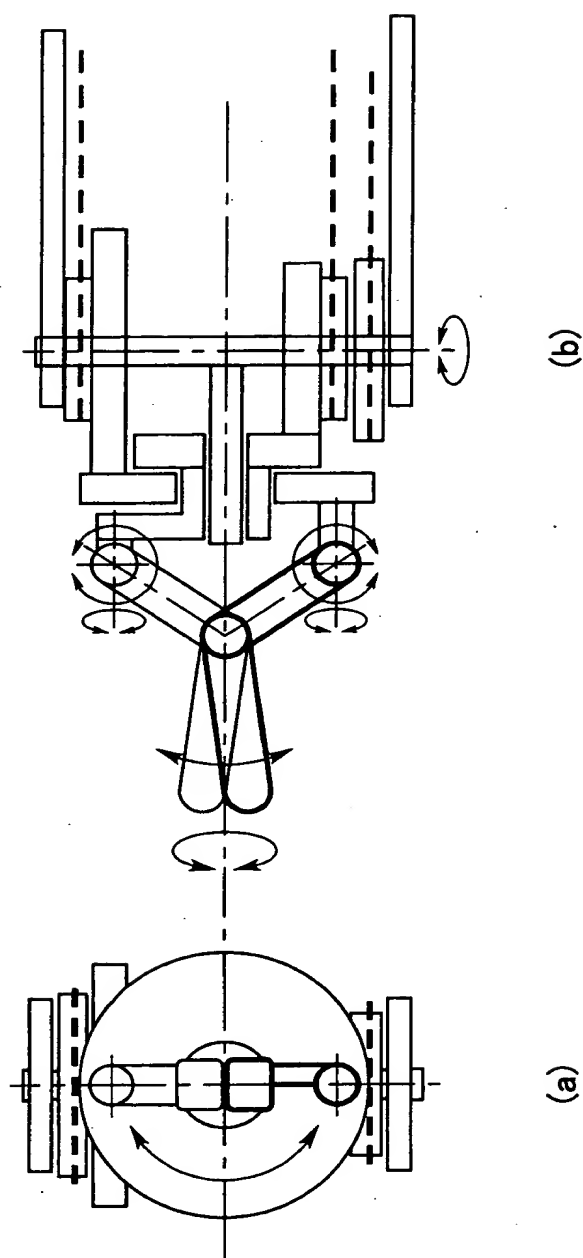
【図 29】



【図15】

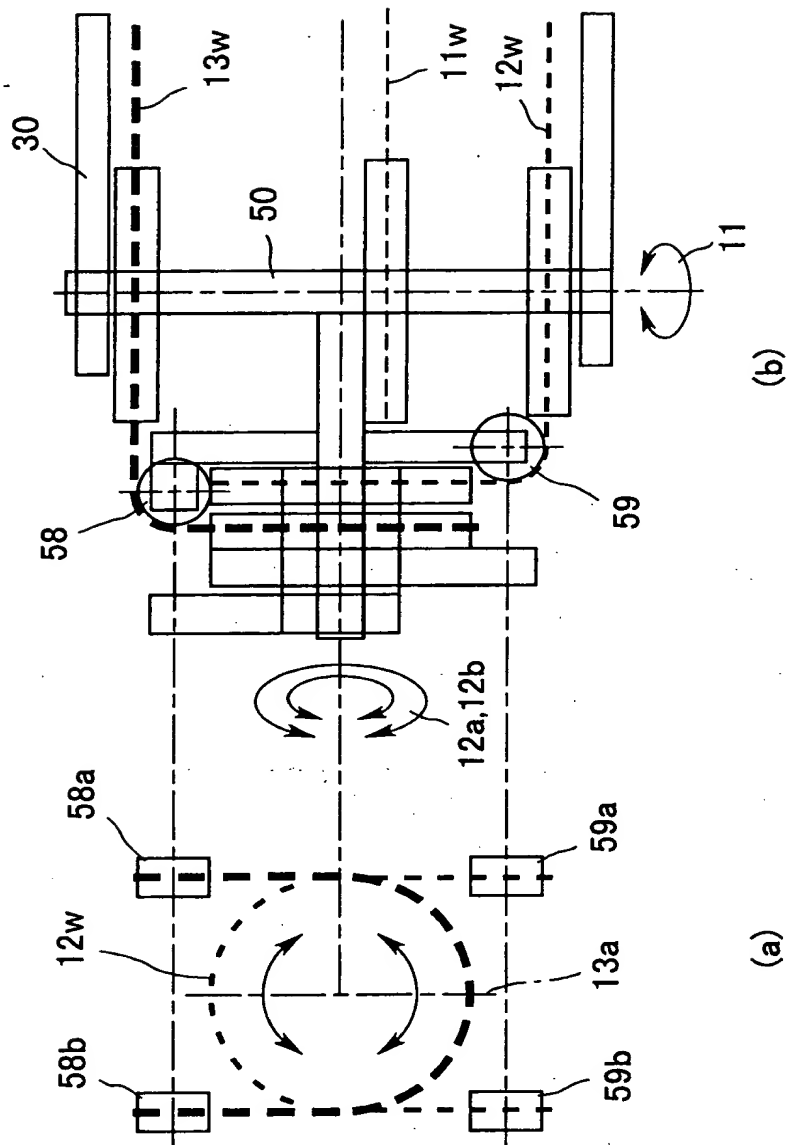


【図 16】

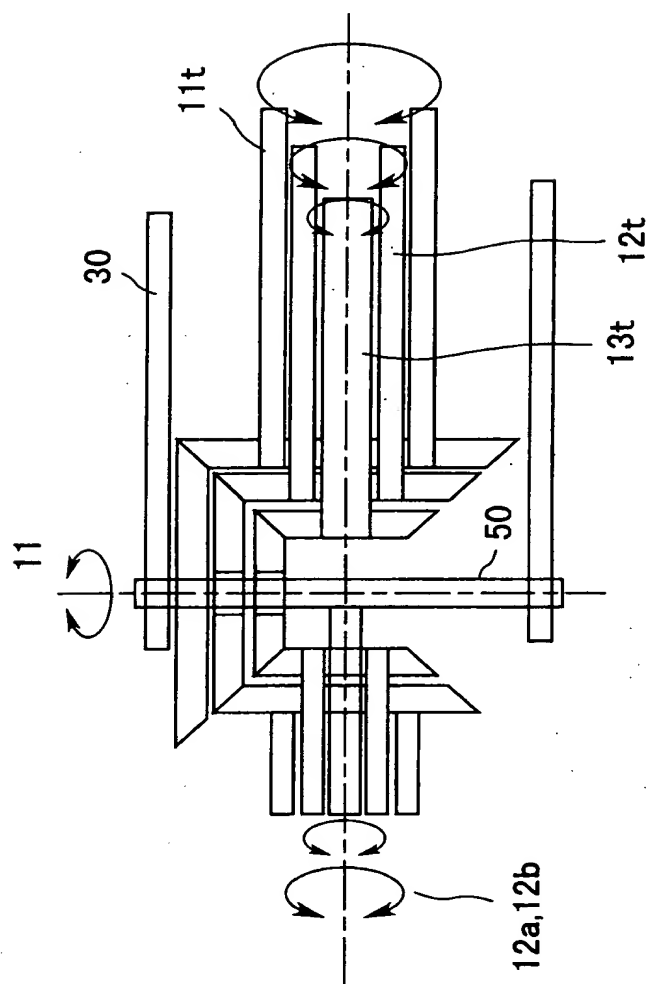




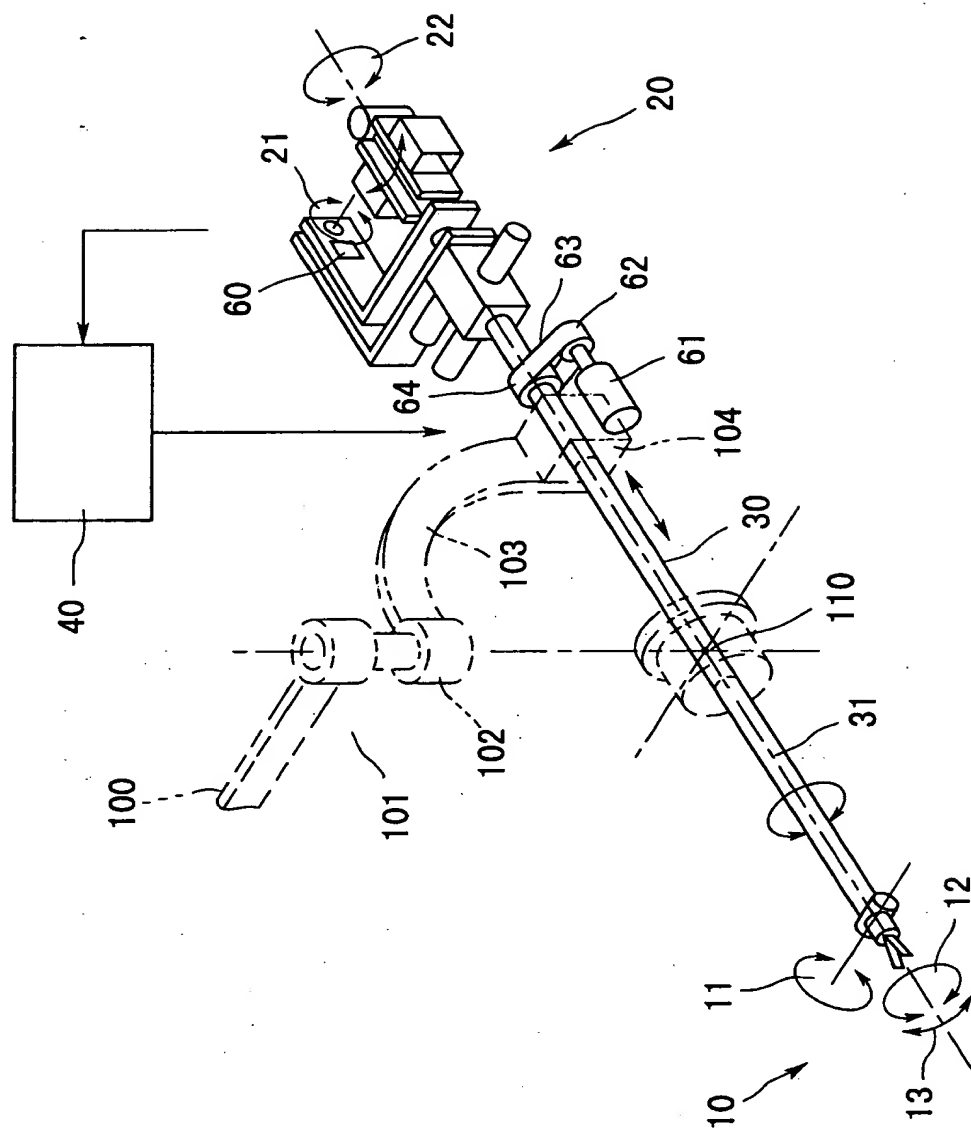
【図 1 7】



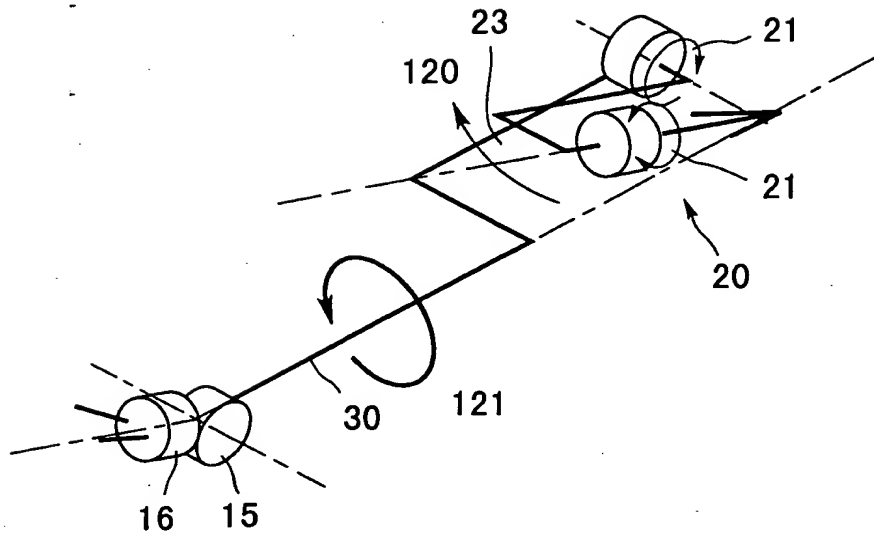
【図 18】



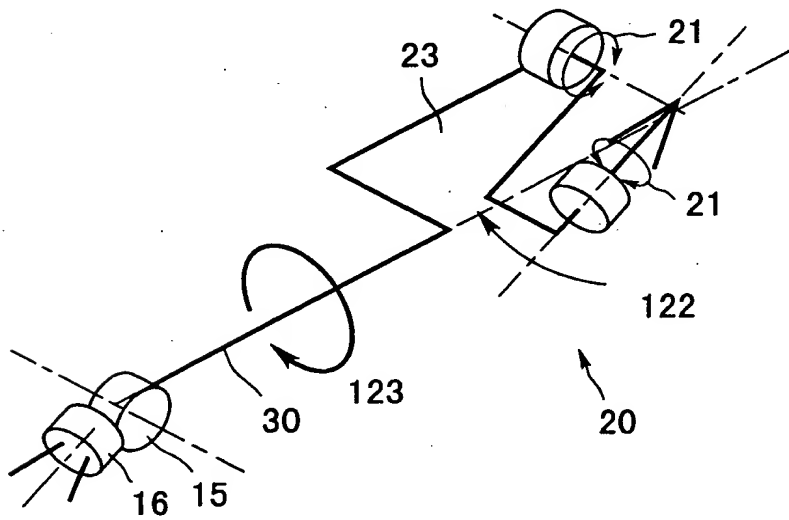
【図19】



【図 2 0】



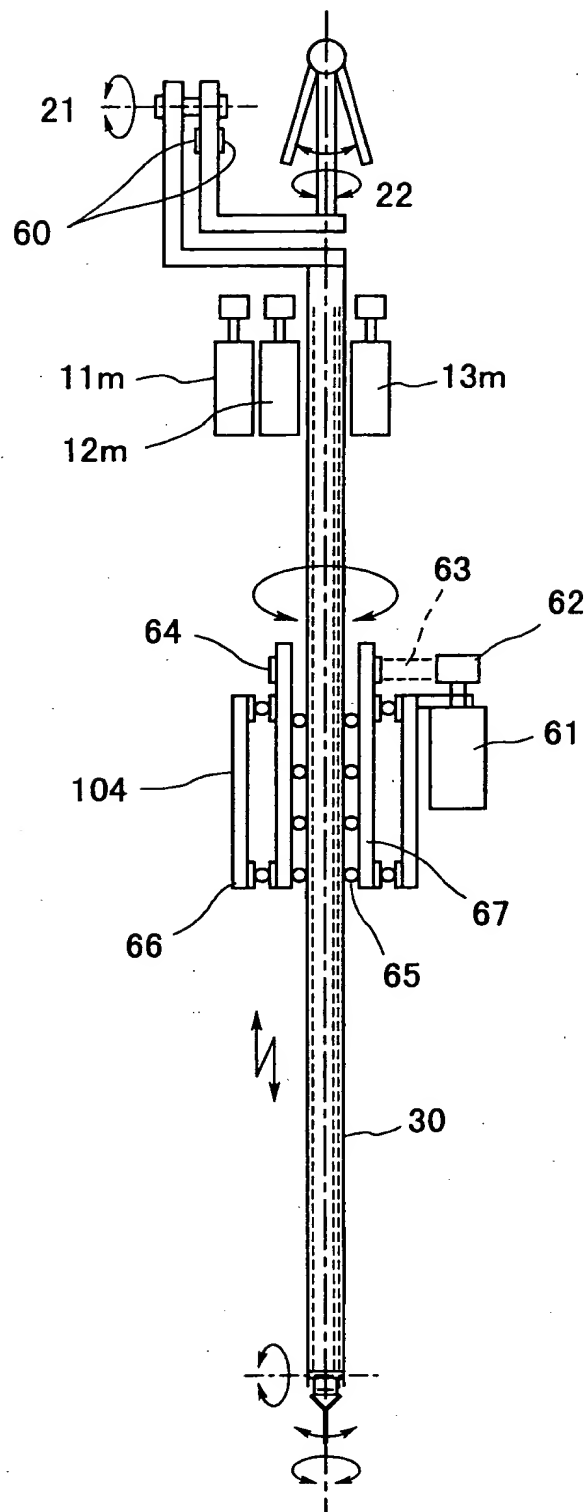
【図 2 1】



【図 2 2】

第3の回転軸	曲げ応力	回転トルク
+	+	+
+	-	-
-	+	-
-	-	+

【図 2 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 機構を単純化して信頼性を向上させ、かつ、操作性に優れたマニピュレータを提供する。

【解決手段】 本発明のマニピュレータは、操作指令部 2 0 と、一端側が操作指令部 2 0 に接続された連結部 3 0 と、連結部 3 0 の他端側に接続された作業部 1 0 と、制御部 4 0 とを備えたマニピュレータであって、連結部 3 0 の中心軸方向に対して直交する第 1 の回転軸 1 1 と第 1 の回転軸に対して直交する第 2 の回転軸 1 2 からなる支持部と、ロール軸方向が第 2 の回転軸 1 2 の軸方向と概ね平行である 1 4 処置部と、連結部 3 0 の中心軸方向に対して直交する第 3 の回転軸 2 1 と第 3 の回転軸に対して直交する第 4 の回転軸 2 2 からなる姿勢操作部 2 3 と、を備え、処置操作部 2 4 は、操作者が処置操作部を把持する際の操作者の把持する指の方向と第 4 の回転軸 2 2 の軸方向とは概ね平行であるように形成されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝